



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 00 027 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 N 27/409**

②1 Aktenzeichen: 198 00 027.8  
②2 Anmeldetag: 2. 1. 98  
④3 Offenlegungstag: 15. 7. 99

DE 198 00 027 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

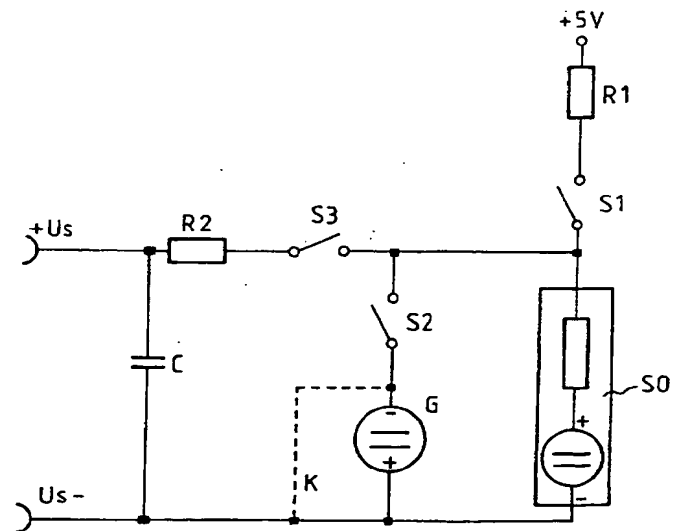
⑦2 Erfinder:  
Brida, Peter, 71665 Vaihingen, DE; Graser, Theodor,  
70469 Stuttgart, DE; Hoetzel, Gerhard, Dr., 70376  
Stuttgart, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas

⑤7 Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas mittels wenigstens einer nach dem Nernst-Prinzip arbeitenden Konzentrationszelle mit einer mit einem Meßgas in Verbindung stehenden Meßelektrode, mit einer mit einem Referenzgasvolumen in Verbindung stehenden, mit der Meßelektrode über einen Festelektrolyten verbundenen Referenzelektrode, wobei zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode vorzugsweise periodische Pumpstromimpulse angelegt werden, wird unmittelbar nach Ende jedes Pumpstromimpulses der Stromfluß zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode impulsartig reversiert.



198 00 027 A 1

Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas mittels wenigstens einer nach dem Nernst-Prinzip arbeitenden Konzentrationszelle mit einer mit dem Meßgas in Verbindung stehenden Meßelektrode, mit einer mit einem Referenzgasvolumen in Verbindung stehenden, mit der Meßelektrode über einen Festelektrolyten verbundenen Referenzelektrode, wobei zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode vorzugsweise periodische Pumpstromimpulse angelegt werden.

Eine derartige Verfahren geht beispielsweise aus der WO 95/24643 hervor. Das Anlegen von vorzugsweise periodischen Pumpstromimpulsen an die Referenzelektrode und die Meßelektrode hat den Vorteil, daß hierdurch zwei Schaltzustände entstehen, bei deren erstem die Stromquelle mit der Konzentrationszelle gekoppelt ist und bei deren zweitem die Stromquelle von der Konzentrationszelle entkoppelt ist, so daß die als Meßsignal dienende Spannung zwischen der Meß- und der Referenzelektrode im entkoppelten Zustand nicht durch die Stromquelle beeinflusst wird. Hierdurch wird vermieden, daß durch die Einkopplung des Stromes, der zu einer additiven Spannungskomponente des Meßsignals führt, die ihrerseits wegen der Temperaturabhängigkeit des Innenwiderstands des Festelektrolyten eine Störung des Meßsignals darstellt, eliminiert wird.

Problematisch bei einem solchen Verfahren und einer solchen Vorrichtung zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas ist es, daß bei einer getakteten Pumpreferenz der Referenzpumpstrom höher als bei einer nicht getakteten Pumpreferenz gewählt werden muß, um über das zeitliche Mittel einen ausreichenden Sauerstoffpartialdruck in der Konzentrationszelle zu erhalten.

Dies führt dazu, daß an der Konzentrationszelle durch den höheren Pumpstrom – insbesondere im kälteren Zustand der Konzentrationszelle – starke Polarisierungseffekte entstehen und damit das eigentliche Sensorsignal aufgrund dieser Polarisierungseffekte verfälscht wird. Es treten nämlich durch die Polarisierungseffekte additive Spannungskomponenten an dem eigentlichen Meßsignal auf, die zu einer auch nach den Pumpstromimpulsen vorhandenen Signalverschiebung führen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas der gattungsgemäßen Art derart weiterzubilden, daß durch Polarisierungseffekte in der Meßsonde hervorgerufene Verfälschungen des Meßsignals minimiert oder vollständig beseitigt werden.

#### Vorteile der Erfindung

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man unmittelbar nach Ende jedes Pumpstromimpulses den Stromfluß zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode impulsartig reversiert. Durch diese impulsartige Umkehr des zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode fließenden Stroms wird auf besonders vorteilhafte Weise ein sehr schneller Abbau von Polarisierungen in der Konzentrationszelle ermöglicht.

Rein prinzipiell bestehen die unterschiedlichsten Möglichkeiten, den Stromfluß zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode impulsartig zu reversieren.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß man

zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode einen in umgekehrter Richtung fließenden Stromimpuls vorgegebener Dauer und vorgegebener Stromstärke anlegt. Durch diesen Gegenstromimpuls baut sich eine durch Polarisierungseffekte hervorgerufene Verschiebung der Sondenspannung weitestgehend ab.

Vorteilhafterweise werden die Dauer und die Stromstärke der Gegenstromimpulse so gewählt, daß die durch die Gegenstromimpulse erzeugte Ladung deutlich kleiner ist als die durch die Pumpstromimpulse erzeugte Ladung.

Bei einer anderen Ausführungsform, die insbesondere sehr einfach zu realisieren ist, ist vorgesehen, daß man einen Kurzschluß kurzer Dauer (Kurzschlußimpuls) zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode herstellt. Auch durch einen derartigen Kurzschlußimpuls werden Verschiebungen der Sondenspannung, die durch Polarisierungseffekte in der Konzentrationszelle hervorgerufen werden, weitgehend abgebaut.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas umfassend wenigstens eine nach dem Nernst-Prinzip arbeitende Konzentrationszelle mit einer mit dem Meßgas in Verbindung stehenden Meßelektrode, mit einer mit einem Referenzgasvolumen in Verbindung stehenden, mit der Meßelektrode über einen Festelektrolyten verbundenen Referenzelektrode und mit einer Pumpstromquelle, durch welche vorzugsweise periodische Pumpstromimpulse zwischen die Referenz- und Meßelektrode einkoppelbar sind.

Diesbezüglich liegt ihr die Aufgabe zugrunde, eine oben beschriebene Vorrichtung zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas derart weiterzubilden, daß ein sehr schneller Abbau von durch Polarisierungseffekte in der Konzentrationszelle hervorgerufene Änderungen der Meßspannung realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß wenigstens eine Gegenstromquelle vorgesehen ist, durch die im Anschluß an jeden Pumpstromimpuls ein zum Pumpstromimpuls entgegengerichteter Stromimpuls vorgegebener Dauer und vorgegebener Stromstärke zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode (Gegenstromimpuls) einkoppelbar ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß darüber hinaus auch noch dadurch gelöst, daß ein Schaltmittel vorgesehen ist, durch welches im Anschluß an jeden Pumpstromimpuls ein Kurzschluß oder eine niederohmige Verbindung über eine vorgebbare Zeitspanne (Kurzschlußimpuls) zwischen der Meßelektrode und der Referenzelektrode herstellbar ist.

Was die Ausbildung des Gegenstromimpulses und des Kurzschlußimpulses betrifft, wurden bislang noch keine näheren Ausführungen gemacht. Vorteilhafterweise ist vorgesehen, daß der Gegenstromimpuls oder der Kurzschlußimpuls kürzer als der Pumpstromimpuls sind. Auf diese Weise wird vermieden, daß nach Abbau der Polarisierungseffekte ein Abpumpen von Sauerstoff aus der Referenzkammer der Konzentrationszelle entsteht.

Vorzugsweise beträgt die Dauer des Gegenstrom- oder des Kurzschlußimpulses etwa ein Zwanzigstel bis ein Zehntel der Dauer des Pumpstromimpulses.

Ferner wird vorteilhafterweise die Dauer und die Stromstärke der Gegenstromimpulse so vorgegeben, daß die durch die Gegenstromimpulse erzeugte Ladung deutlich kleiner ist als die durch die Pumpstromimpulse erzeugte Ladung.

#### Zeichnung

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

In der Zeichnung zeigen:

**Fig. 1** schematisch zwei Ausführungsbeispiele einer Vorrichtung zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas mittels einer Konzentrationszelle und

**Fig. 2** schematisch die Steuersequenzen der in **Fig. 1** dargestellten Schalter sowie die sich daraus ergebende Sondenspannung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas, dargestellt in **Fig. 1**, umfaßt eine an sich bekannte Sonde SO, beispielsweise eine Lambdasonde, mit einer Meßelektrode, die mit einem Meßgas in Verbindung steht und mit einer Referenzelektrode, die mit einem Referenzgasvolumen in Verbindung steht. Die Referenzelektrode ist mit einem Festelektrolyten mit der Meßgaslektrode verbunden. Das Referenzgasvolumen ist vom Meßgas so getrennt, daß ein Teilchenaustausch zwischen dem Referenzgasvolumen und dem Meßgas deutlich erschwert ist. Die über der Sonde abgreifbare Sondenspannung US ist ein Maß für den Sauerstoffgehalt des Meßgases. Eine derartige Sonde ist detailliert beispielsweise in der WO 95/24643 beschrieben, auf die vorliegend vollinhaltlich Bezug genommen wird.

Wie aus **Fig. 1** ferner hervorgeht, kann die Sondenspannung US über ein Schaltmittel, beispielsweise einen Schalter S3 abgegriffen werden. Dem Schalter S3 kann ferner ein RC-Filter, im dargestellten Falle ein Tiefpaßfilter, bestehend aus einem Widerstand R2 und einem Kondensator C, nachgeschaltet sein. Während der Meßphasen ist der Schalter S3 geschlossen, so daß die über der Sonde SO abfallende Sondenspannung US abgegriffen werden kann. Um sicherzustellen, daß in dem Referenzgasvolumen ein genügend hoher Sauerstoffpartialdruck herrscht, ist ferner ein weiteres Schaltmittel, beispielsweise ein Schalter S1 vorgesehen, über den der Sonde ein Pumpstrom zufließen kann. Wie in **Fig. 1** dargestellt, fällt im geschlossenen Zustand des Schalters S1 über den Widerstand R1 ein Strom ab, der in die Meßsonde SO hineinfließt. Der Strom wird dabei periodisch und impulsförmig auf weiter unten noch näher zu erläuternde Weise zugeführt.

Ferner ist eine Gegenstromquelle G vorgesehen, die der Sonde über ein Schaltmittel, beispielsweise einen Schalter S2, parallel schaltbar ist. Alternativ zur Gegenstromquelle G kann auch eine Kurzschlußleitung K vorgesehen sein, die ebenfalls über den Schalter S2 parallel zur Sonde SO schaltbar ist. Der Schalter S2 wird unmittelbar nach dem Öffnen des Schalters S1 betätigt. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß unmittelbar nachdem der Sonde SO ein Pumpstromimpuls zugeführt wurde, ein Gegenstromimpuls bzw. ein Kurzschlußimpuls zwischen die Meßelektrode und die Sonderelektrode angelegt wird. Durch diesen Gegenstromimpuls bzw. Kurzschlußimpuls wird ein Abbau, der sich aufgrund des Pumpstromimpulses aufbauenden Polarisationsseffekte erzielt.

Ein Verfahren zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas wird nachfolgend in Verbindung mit **Fig. 1** und insbesondere in Verbindung mit **Fig. 2** näher erläutert.

In **Fig. 2** sind die Steuersequenzen der in **Fig. 1** dargestellten Schalter S1, S2, S3 sowie die über der Sonde SO abgreifbare Sondenspannung USO über der Zeit t schematisch dargestellt.

Dabei ist der Übersichtlichkeit halber lediglich jeweils der Schaltzustand für nur einen Pumpstromimpuls, einen Gegenstromimpuls sowie der sich daraus ergebende Sondenspannungssignalverlauf dargestellt. Es versteht sich, daß

verlauf periodisch wiederholen.

Wie in **Fig. 2** dargestellt ist, wird unmittelbar nachdem an die Sonde SO ein Pumpstromimpuls angelegt wurde, was durch Schließen des Schalters S1 geschieht, an diese durch Schließen des Schalters S2 ein Gegenstromimpuls bzw. ein Kurzschlußimpuls angelegt.

Durch diesen Gegenstromimpuls bzw. Kurzschlußimpuls wird eine Depolarisation der Sonde SO erzielt. Der Gegenstrom- bzw. Kurzschlußimpuls ist kürzer als der Pumpstromimpuls. Die Stromstärke des Gegenstromimpulses ist ebenfalls vorgebar. Sein Zeitintegral ist so bemessen, daß eine möglichst optimale Depolarisation der Sonde SO hervorgerufen wird. Der Gegenstromimpuls wird insbesondere so gewählt, daß keine Polarisation resultiert, welche den durch den Pumpstromimpuls bewirkten Pumpvorgang beeinträchtigt. Es soll vielmehr nur eine Depolarisation stattfinden. Sein Zeitintegral entspricht im wesentlichen dem durch Polarisierungseffekte hervorgerufenen Zeitintegral der Sondenspannung US, das in **Fig. 2** schraffiert dargestellt und mit A bezeichnet ist. Es hat sich gezeigt, daß die Dauer des Gegenstromimpulses oder Kurzschlußimpulses etwa einem Zwanzigstel bis einem Zehntel der Dauer des Pumpstromimpulses entspricht.

Die Dauer und die Stromstärke der Gegenstromimpulse werden so gewählt, daß die durch die Gegenstromimpulse erzeugte Ladung QGEG deutlich kleiner ist als die durch die Pumpstromimpulse erzeugte Ladung:

$$QGEG \ll QPUMP.$$

Der Schaltzustand des Schalters S3 stellt die sogenannte Ausblendezeit dar, d. h. die Zeit, innerhalb der kein Sondenspannungssignal abgegriffen wird. Wie aus **Fig. 2** hervorgeht, ist die Ausschaltdauer des Schalters S3 so festgelegt, daß keine Verfälschung der Sondenspannung auftritt, d. h. daß die durch den Pumpstromimpuls sowie durch den Gegenstrom- bzw. Kurzstromimpuls hervorgerufene Verschiebung der Sondenspannung dem eigentlichen Sondenspannungssignal nicht überlagert wird.

Die oben beschriebene Vorrichtung und das Verfahren wurden anhand gewöhnlicher Schalter S1, S2, S3 erläutert. Es versteht sich, daß die Erfindung keinesfalls auf derartige Schalter beschränkt ist, sondern daß diese Schalter auf jegliche Art und Weise realisiert werden können. Insbesondere sind auch elektronische Schalter in Form von Transistoren oder anderen Halbleiterbauelementen zur Realisierung obgenannter Vorrichtung denkbar.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas mittels wenigstens einer nach dem Nernst-Prinzip arbeitenden Konzentrationszelle mit einer mit einem Meßgas in Verbindung stehenden Meßelektrode, mit einer mit einem Referenzgasvolumen in Verbindung stehenden, mit der Meßelektrode über einen Festelektrolyten verbundenen Referenzelektrode, wobei zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode vorzugsweise periodische Pumpstromimpulse angelegt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß man unmittelbar nach Ende jedes Pumpstromimpulses den Stromfluß zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode impulsartig reversiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode einen zum Pumpstromimpuls umgekehrt fließenden Stromimpuls vorgebarer Dauer und vor-

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer und die Stromstärke der Gegenstromimpulse so gewählt wird, daß die durch die Gegenstromimpulse erzeugte Ladung deutlich kleiner ist als die durch die Pumpstromimpulse erzeugte Ladung. 5
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man zwischen der Referenzelektrode und der Meßelektrode einen Kurzschluß vorgegebener Dauer (Kurzschlußimpuls) herstellt. 10
5. Vorrichtung zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas umfassend wenigstens eine nach dem Nernst-Prinzip arbeitende Konzentrationszelle mit einer mit dem Meßgas in Verbindung stehenden Meßelektrode, mit einer mit einem Referenzgasvolumen in Verbindung stehenden, mit der Meßelektrode über einen Festelektrolyten verbundenen Referenzelektrode und mit einer Pumpstromquelle, durch welche vorzugsweise periodische Pumpstromimpulse zwischen die Referenz- und die Meßelektrode einkoppelbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Gegenstromquelle vorgesehen ist, durch die im Anschluß an jeden Pumpstromimpuls ein zum Pumpstromimpuls entgegengerichteter Stromimpuls vorgegebbarer Dauer und vorgegebbarer Stromstärke (Gegenstromimpuls) zwischen die Referenzelektrode und die Meßelektrode einkoppelbar ist. 15 20 25
6. Vorrichtung zur Erfassung des Sauerstoffgehalts in einem Meßgas umfassend wenigstens einen nach dem Nernst-Prinzip arbeitende Konzentrationszelle mit einer mit dem Meßgas in Verbindung stehenden Meßelektrode, mit einer mit einem Referenzgasvolumen in Verbindung stehenden, mit der Meßelektrode über einen Festelektrolyten verbundenen Referenzelektrode und mit einer Pumpstromquelle, durch welche vorzugsweise periodische Pumpstromimpulse zwischen die Referenz- und die Meßelektrode einkoppelbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schaltmittel vorgesehen ist, mittels welchem im Anschluß an jeden Pumpstromimpuls ein Kurzschluß oder eine niederohmige Verbindung über eine vorgegebene Zeitspanne (Kurzschlußimpuls) zwischen der Meßelektrode und der Referenzelektrode herstellbar ist. 30 35 40
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl der Gegenstromimpuls als auch der Kurzschlußimpuls kürzer als der Pumpstromimpuls sind. 45
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer des Gegenstromimpulses oder des Kurzschlußimpulses etwa ein Zwanzigstel bis ein Zehntel der Dauer des Pumpstromimpulses beträgt. 50
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer und die Stromstärke der Gegenstromimpulse so eingestellt sind, daß die durch die Gegenstromimpulse erzeugte Ladung deutlich kleiner ist als die durch Pumpstromimpulse erzeugte Ladung. 55

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65

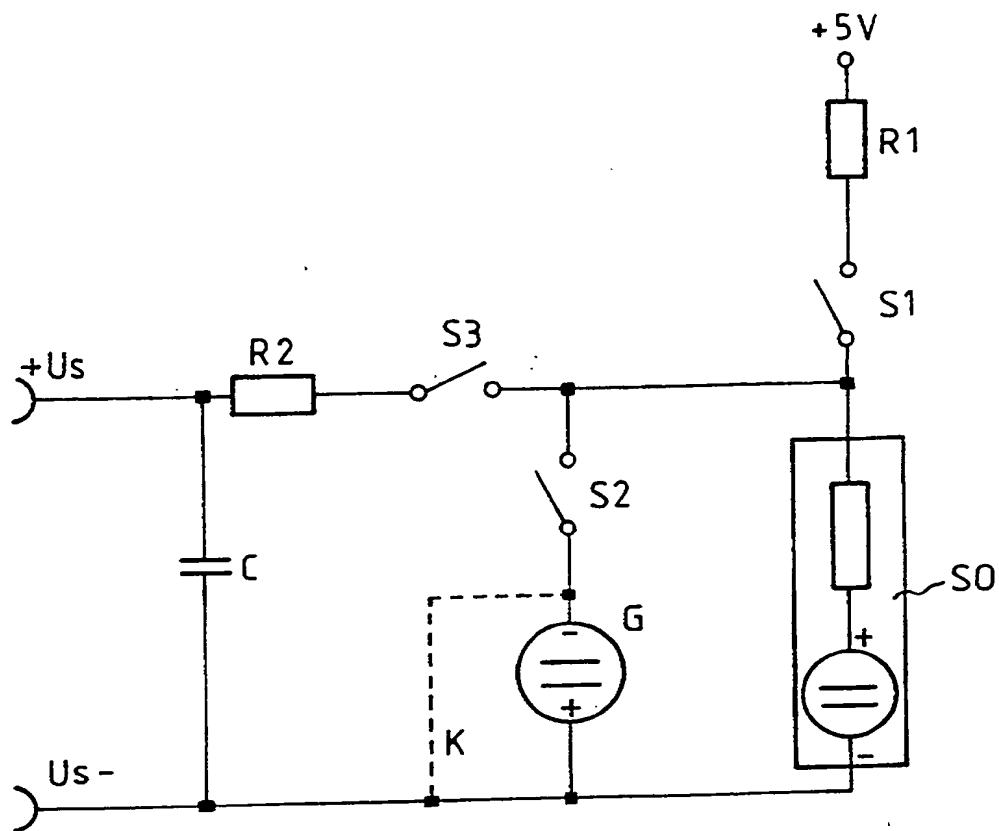


Fig. 1

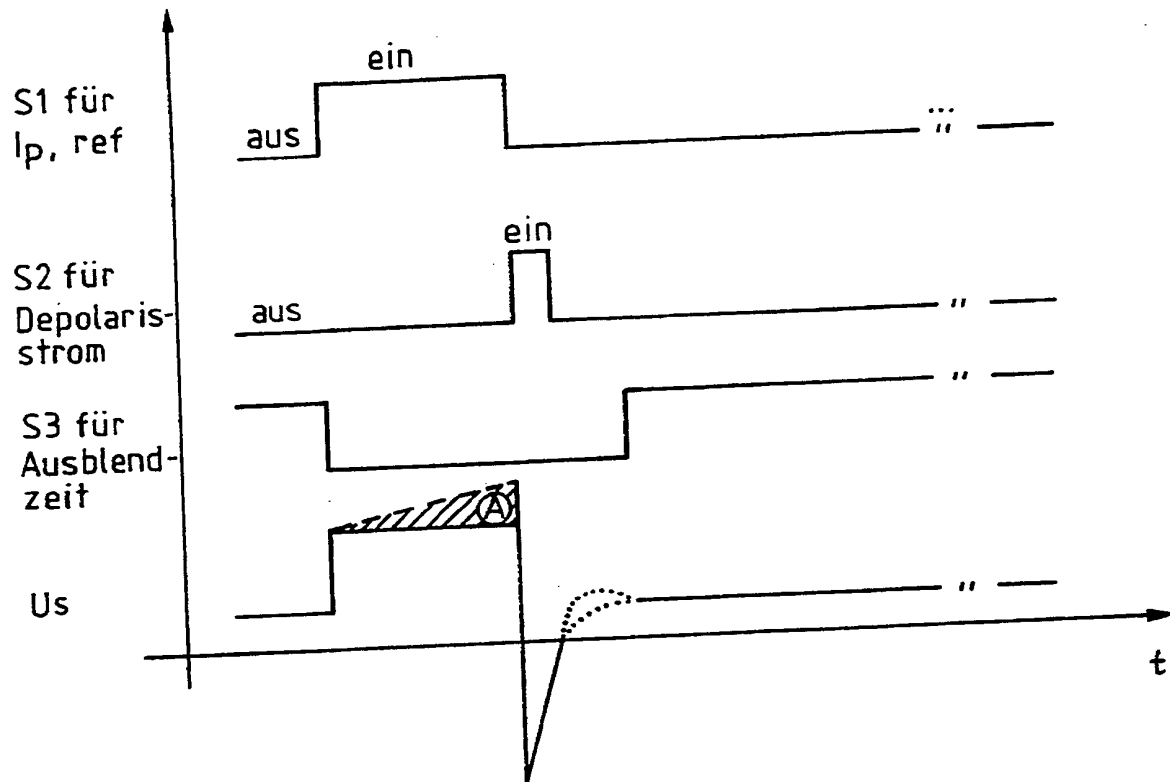


Fig. 2